



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 197 13 566 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 29 C 44/02**  
B 29 C 67/20  
C 08 J 9/00  
B 29 C 33/38  
B 29 C 33/56

②① Aktenzeichen: 197 13 566.8-16  
②② Anmeldetag: 2. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 8. 10. 98  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 11. 99

DE 197 13 566 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Ungeheuer, Heinz-Günter, 76344  
Eggenstein-Leopoldshafen, DE; Hennel, Paul,  
93173 Wenzelbach, DE

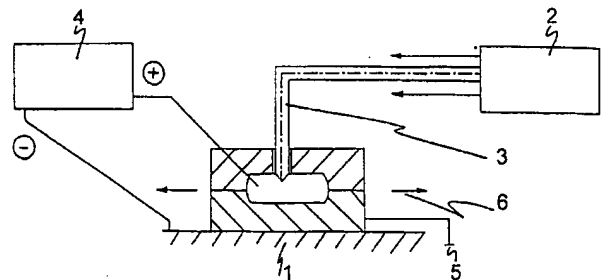
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 37 351 C2  
DE 38 27 595 C2  
DE-AS 11 31 873  
DE-OS 20 55 772

Kunststoff-Handbuch "Polyurethane", 3.Aufl., 1993,  
S.362,63;  
Kunststoffberater 10/87, S.24-26;  
"Taschenbuch für Galvanotechnik", Bd.1,  
S.222-259,  
LPW;

⑤④ Verfahren zum Herstellen eines Formwerkzeugs, Vorrichtung zum Schäumen von Formschaumteilen sowie  
Verfahren zum Herstellen eines Formwerkzeugs

⑤⑦ Verfahren zum Herstellen eines Formschaumteils in ei-  
nem Formwerkzeug, wobei ein Formwerkzeug verwendet  
wird, dessen formgebende Oberflächen mit einer Anti-  
haftbeschichtung in Form einer Galvanoschicht versehen  
sind, mit den folgenden Verfahrensschritten:  
- ein Strom eines ionisierten Gases oder Gasgemisches  
wird erzeugt und in das Formwerkzeug eingeblasen;  
- der zum Formschaumteil führende Reaktionsprozeß  
wird in dem Formwerkzeug durchgeführt;  
- das fertige Formschaumteil wird entnommen.



DE 197 13 566 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Formschaumteils in einem Formwerkzeug, eine Vorrichtung zum Schäumen von Formschaumteilen in einem zu öffnenden und zu schließenden Formwerkzeug sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Formwerkzeugs.

Schaumformteile haften an den Formwerkzeugen, in denen sie hergestellt werden, wodurch die Entnahme der Formschaumteile stark erschwert bzw. unmöglich gemacht wird.

Es gibt verschiedene Ansätze zur Lösung dieses Problems, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Aus der DE-OS 20 55 772 sind Formwerkzeuge bekannt, deren formgebende Oberflächen mit einer relativ dicken (50 µm) Basisschicht aus Kupfer oder Nickel versehen sind, auf die eine dünne (3 bis 4 µm) Chromschicht aufgebracht ist. Diese Chromschicht wirkt als Antihafschicht. Problematisch daran ist, daß das Potential dieser Chromschicht beim Schäumen vermindert wird. Dadurch wird der Abstoßeffekt der Antihafschicht reduziert. Das Potential muß also nach jedem Schäumvorgang wieder aufgebaut werden. Außerdem ist die dünne Chromschicht empfindlich und die Verwendung eines Trennmittels kann nicht vollständig vermieden werden.

Aus "Polyurethane", Kunststoff Handbuch Bd. VII, 3. Auflage 1993, S. 362-363, Hanser Verlag, ist es ferner bekannt, zur Verbesserung der Oberflächenqualität von Formwerkzeugen eine chemische Vernickelung oder eine andere Hartbeschichtung des Formwerkzeugs vorzunehmen. Weiterhin wird dargelegt, daß die Anwendung von Formwerkzeugen aus Galvano-Nickel mit Hinterfütterung aus Aluminium oder hochgefüllten Gießharzen wegen der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der eingesetzten Werkstoffe eingeschränkt ist. Aus dem "Taschenbuch für Galvanotechnik", Band 1, S. 222-259, LPW; ist zu entnehmen, daß ein besserer Korrosionsschutz als der durch eine Hartverchromung dadurch erreicht werden kann, daß vordem eigentlichen Hartverchromen ein ausreichend dicker Zwischenüberzug aus extrem duktilem Halbglanznickel aufgebracht wird.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Trennverhaltens besteht darin, den Komponenten zur Bildung des Schaumteiles ein inneres Trennmittel beizugeben. Eine derartige Vorgehensweise ist beispielsweise in der DE 38 37 351 C2 beschrieben. Dort wird bei der Herstellung von Polyurethan- bzw. Polyharnstoffkörpern der Polyol- bzw. der Polyaminkomponente flüssiges Polybutadien beigegeben. Eine weitere Darstellung dieser Vorgehensweise findet sich auch in "Innere Trennmittel für Polyurethansysteme", P. Horn, H.-U. Schmidt und G. Ranlow, Kunststoffberater 10/1987, S. 24-26.

Alternativ zu dieser Vorgehensweise kann auch ein Trennmittel auf die Oberfläche des Formwerkzeugs aufgetragen werden. Diese Vorgehensweise wird beispielsweise in der DE-AS-11 31 873 beschrieben, wo bei der Herstellung von Polyurethanschaumstoffkörpern mit Isocyanatgruppen reagierende Stoffe im Überschuß auf das Formwerkzeug aufgetragen werden. Auch in der DE 38 27 595 C2 wird dargelegt, daß zur Verbesserung der Entformungseigenschaften die Innenwände der verwendeten Form gegebenenfalls mit bekannten äußeren Formtrennmitteln beaufschlagt/beschichtet werden.

Die Nachteile der Verwendung innerer oder äußerer Trennmittel sind, daß diese Trennmittel gesundheits- und umweltschädlich sind, die Produktionskosten für Formschaumteile erhöhen und zudem das Ein- bzw. Aufbringen der Trennmittel den Produktionsprozeß verlangsamt. Hinzu kommt, daß die Trennmittel die Eigenschaften des Formschaumes beeinflussen können. Bisher konnte jedoch noch nicht vollständig auf Trennmittel verzichtet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es somit, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Formschaumteils bereitzustellen, die es ermöglichen, eine harte Antihafschicht bereitzustellen und diese auf möglichst einfache Weise anzuregen, um das den Abstoßeffekt bewirkende Potential der Antihafschicht wieder aufzubauen. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ferner, ein Verfahren zur Herstellung eines Formwerkzeugs bereitzustellen, mit dem das Formwerkzeug mit einer harten, auf möglichst einfache Weise anregbaren Antihafschicht versehen werden kann.

Die Lösung besteht in einem Verfahren zur Herstellung eines Formschaumteils mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Vorrichtung zum Schäumen eines Formschaumteils mit den Merkmalen des Anspruchs 5 und einem Verfahren zum Herstellen eines Formwerkzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Formschaumteils läßt sich das Potential der Antihafschicht und damit der Abstoßeffekt auf einfache Weise regenerieren. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine besonders harte Antihafschicht auf, deren Potential leicht regenerierbar ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Formwerkzeugs ist diese harte Haftschrift auf einfache Weise erhältlich. Weitere Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß eine stabile, definitive Hautausbildung an der Schaumteil-Oberfläche ermöglicht wird. Da auf Trennmittel generell verzichtet werden kann, benötigt man keine technischen Einrichtungen wie Sprüh- und Absauganlagen oder Entsorgungsanlagen. Es gibt keine Trennmittel-Rückstände an der Oberfläche der Formschaumteile. Ferner wird Aufbringzeit gespart, Kosten werden vermieden, und generell werden Mensch und Umwelt geschont.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Bspw. kann als ionisiertes Gasgemisch positiv aufgeladene Luft von ca. 30 bis 90°C verwendet werden, die mit ca. 4 bis 6 bar in das Formwerkzeug eingeblasen wird. Ferner können zur Erleichterung des Ladungsaustausches entweder das Gas bzw. das Gasgemisch oder die Komponenten für die Formschaumteilbildung mit einem Dielektrikum angereichert werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Galvanoschicht aus Chrom VI mit Spuren von Chrom III, Ferrit und Zink besteht. Die Dicke der Galvanoschicht beträgt vorzugsweise zwischen 40 µm und 0,1 mm. Die Galvanoschicht kann in vorteilhafter Weise auf einer chemischen Übergangsschicht aus Nickel mit einem Kupferanteil von 1 bis 15% aufgebracht ist, wobei die Dicke der Übergangsschicht zwischen 35 und 55 µm betragen kann.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Formwerkzeugs sieht vor, daß bei Formwerkzeugen aus Kunststoff zunächst eine elektrisch leitende Trägerschicht aufgebracht wird.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einem geschlossenen Formwerkzeug;  
Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einem offenen Formwerkzeug;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung des Abstoßeffektes;

**Fig. 4** eine schematische Darstellung des Verlaufes des E-Potentials über der Zeit für die Schäumung;

**Fig. 5** eine schematische Darstellung der Wirkung der Flachspannung.

In den **Fig. 1** und **2** liegt ein geschlossenes (**Fig. 1**) oder ein offenes (**Fig. 2**) Formwerkzeug **1** vor. Eine Luftaufbereitungseinheit **2** zum Erzeugen ionisierten Gases, hier ionisierter Luft, ist über eine Einblassonde **3** mit dem Formwerkzeug **1** verbunden, so daß über die Einblassonde **3** ionisierte Luft und gegebenenfalls auch Dielektrikum in das Formwerkzeug geleitet werden kann. Der Pluspol einer Hochspannungseinheit **4** ist bei **Fig. 1** mit dem Innenbereich des Formwerkzeuges **1**, bei **Fig. 2** mit dem Ende der Einblassonde **3** verbunden. Der Minuspol der Hochspannungseinheit **4** ist geerdet, ebenso verfügt das Formwerkzeug **1** jeweils über eine Erdung **5**. Bei dem Formwerkzeug gemäß **Fig. 2** sind zusätzlich Entlüftungen **6** vorgesehen. Bei Formwerkzeugen aus metallischen Werkstoffen wird die erfindungsgemäße Beschichtung wie folgt aufgebracht:

Nach dem Reinigen der Formoberfläche und, falls erforderlich, dem Glätten der Formoberfläche im Kristallbereich bzw. im Mikrobereich, das durch Polieren, jedoch ohne chemische Poliermittel, erfolgen kann, liegen die folgenden Oberflächenqualitäten vor:

- glänzend (mechanisch ohne Poliermittel poliert)
- matt (elektrolytisch poliert mit anschließendem Glaskugelstrahlen)
- Struktur (elektropoliert).

Anschließend werden die nicht zu beschichtenden Korpusstellen mit Speziallack abgedeckt.

Das Formwerkzeug wird anschließend chemisch oder elektrochemisch beaufschlagt oder – insbesondere bei hohem Siliziumgehalt des Formwerkzeuges – mechanisch bearbeitet.

Beispielsweise wird eine chemische Übergangsschicht aus Nickel mit einem Kupferanteil von 0 bis 15% im Säuretauchbad aufgebracht. Die Dicke der chemischen Übergangsschicht beträgt vorzugsweise ca. 35 bis 55 µm.

Auf die Übergangsschicht wird anschließend eine Galvanoschicht, die auch als chemische Lastschicht bezeichnet werden kann, in einem Säurebad, beispielsweise einem 2%igen Schwefelsäurebad aufgebracht. Die Galvanoschicht besteht vorzugsweise aus Chrom VI mit Spuren von Chrom III, Ferrit mit ca. 0,5% und Zink. Sie weist eine Gesamtdicke von ca. 40 µm–0,1 mm auf. Sie kann beispielsweise aus drei Unterschichten bestehen, wobei zunächst eine Grundschrift von ca. 30 µm mit schwacher Stromdichte aufgewirbelt wird.

Auf diese Grundschrift wird eine Tragschicht von ca. 5 bis 50 µm Dicke aufgebracht, wobei mit stärkerer Stromdichte als bei der Grundschrift gearbeitet wird, jedoch die Auskristallisationsgeschwindigkeit durch ein schnelleres Verfahren der Anode kontrolliert wird. Schließlich wird auf die Tragschicht eine Last- oder Vektorschicht durch Verschiebung der Achsenrichtung der Hauptkristallaufbauten bzw. Zonen im Bereich zwischen 15° bis 60° (Richtung) entgegen der Flachnormalvektorschicht fertig aufgebaut.

Die Dicke der Vektorschicht liegt zwischen 5 und 15 µm und wird durch +/- Umpolungen und Stromdichtenverminderung als passivierte Abschlussschicht aufgebracht, wofür folgende Voraussetzungen gegeben sein müssen:

- Kristallstruktur mikroporig
- gleichmäßige Schichtdicke in den Richtungen der Hauptflächenderivaten +/- 10 m
- die Zusatzanode der Galvanorichtung muß strömungstechnisch berechnet werden (der Elektrodenabstand von 12 mm als Rastermaß ist bei der Netzbleielektrode einzuhalten)

Die Stromstärke, Spannung, Gleichstrom- und Elektrolytqualität analog Hartverchromung müssen wie genormt berechnet werden. Anschließend werden eventuell vorliegende Restkristalle durch Überschleifen entfernt und das Formwerkzeug kann zusammengebaut werden. Es wird eine hohe Oberflächenhärte von ca. 1200 Vickers erreicht, wodurch eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer erreichbar ist.

Bei Formwerkzeugen aus Kunststoffen (z. B. Epoxid-Harz) ist die Vorgehensweise im Prinzip gleich, jedoch wird hier zunächst auf das Formwerkzeug eine elektrisch leitende Trägerschicht aufgetragen, die beispielsweise aus Epoxidlack oder Metallack bestehen kann und eine Dicke von beispielsweise 0,2 mm aufweisen kann.

Die Beschichtung zeichnet sich durch eine sehr dichte Kristallstruktur an der der Oberfläche aus. Zusätzlich werden die Moleküle des Schaumstoffes entlang der Oberflächen des Formwerkzeuges so angeregt, daß sie nicht in die Kristallstruktur der Beschichtung eindringen können. Diese Anregung muß so lange aufrechterhalten bleiben, bis möglichst alle chemischen Reaktionen während des Schäumungsprozesses abgeschlossen sind. Durch unterschiedliche pH-Werte und unterschiedliche Wassergehalte der verschiedenen Schäumssysteme wird Energie abgebaut. Verursacher dieses Abbaus sind die in Schwingung geratenen Polyurethan-Moleküle an der Nestwand während des Ablaufes des chemischen Prozesses zur Aushärtung des Polyurethans. Diese in dem Formwerkzeug während der chemischen Reaktionen allmählich abgebaute Energie muß für einen störungsfreien Schäumbetrieb ständig ersetzt werden.

Mittels Flachspannung wird entlang der Oberfläche des Formwerkzeuges ein steuerbarer "Abstoßeffekt" erzielt. Bei einer Oberflächentemperatur des Formwerkzeuges von 25°C spricht das Elektrodenpotential bereits bei -0,7 E-Volt in Ausgangsphase incl. der eingesetzten Blasluft an. Um in der Serienfertigung eine leichte Entformbarkeit der geschäumten Teile zu gewährleisten, ist es wichtig, das E-Potential im Formnest aufrechtzuerhalten.

Das ursprüngliche Potential der Beschichtung im Formnest wird nach der ersten Schäumung nicht unbedingt, aber meistens vermindert. Diese Verminderung ist ein Energieverlust.

Ist ein bestimmtes Maß an Verlust erreicht, muß, um den Abstoßeffekt aufrechtzuerhalten, die verminderte Energie aufgebaut werden.

**Fig. 3** zeigt die Funktion des Abstoßeffektes und **Fig. 4** den Verlauf des E-Potentials über der Zeit für eine Schäumung, wobei jeweils der Schäumungsvorgang in einzelne Phasen eingeteilt ist. In Phase 1 (0–1 bei **Fig. 4**) werden die flüssigen Polyurethankomponenten **7** in ein Formwerkzeug **1** mit einer Beschichtung **8** eingespritzt, in Phase 2 (1–2 bei **Fig. 4**)

läuft der chemische Prozeß (die Reaktion) ab, in Phase 3 (2-3 bei Fig. 4) wird das geschäumte Teil 9 entnommen und anschließend (in Fig. 3 nicht dargestellt, in Fig. 4: 3-4) erfolgt ein externer Aufbau des E-Potentials der Beschichtung, z. B. durch Reibung oder durch ionisierte Luft), wobei folgende Definitionen gelten:

5  $E_{\max}$  minus  $E_1 = E_{\text{Verlust}}$  bzw.  $E_V$  und  $E_{\max} - E_{\min} = [A]$

$E_1$ : E-Potential nach der ersten Schäumung

$E_1$  minus  $E_{\min} = E_{\text{zurück}}$  bzw.  $E_Z$ ;  $E_1 = E_Z + E_{\min}$

10  $E_V = E_{\max} - (E_Z + E_{\min})$

Wobei

$E_{\min}$ : E-Potentialabbau durch chemischen Prozeß des PU-Schaumes

15  $E_Z$ : E-Potentialaufbau durch Teilentnahme (interner E-Potentialaufbau)

also: wenn Limes  $E_Z(t) \gg A$  und  $E_Z = [A]$  2, 3 bzw.

$E_Z = E_{\max} - E_{\min}$ , dann entfällt Phase 3-4.

20 Nach dem Ablauf der chemischen Reaktion ist es möglich, die Außenhaut des Polyurethananteils elektrostatisch aufzuladen.

Bei der Entformung des geschäumten Teils entsteht entlang der Formenbeschichtung ein negatives E-Potential. Dieses E-Potential wiederum wird über die bei der Teilentnahme eingeführte kinetische Energie auf die Außenhaut des Schaumteils übertragen. Die Schaumteiloberfläche wird sofort nach der Trennung von der Formnestbeschichtung positiv aufgeladen und parallel durch die weitere Entfernung der Beschichtung ihr E-Potential negativ aufgebaut.

25 Festzustellen ist, daß das Schaumteil bei der Entformung eine gewisse elektrische Ladung enthält; jedoch wäre mit Trennmittel diese Ladung noch größer (Funkenflug).

Weiter ist es wichtig zu wissen, daß bei den E-Potential-Operationen nur die Komponenten berücksichtigt sind, die die sogenannten Flächenspannungen beeinflussen. Diese Operationen sind immer die Derivativen, bei welchen die Richtung des Normalvektors parallel und gegenzeigend zu der Hauptrichtung in der chemischen Reaktion des Polyurethananteils verläuft. Diese eine Richtung zeigt meistens in das Massenzentrum des Teils.

30 Das Potentialverhältnis kann man nach Poisson so beschreiben:

$E_{\max} = E_{u_{\max}}$

35  $E_u$  hier dann  $\underline{U}(r)$  als Potential

$\underline{V}(r)$  = die Vektorschicht in dem Formnest

somit

40 
$$V_x = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad V_y = \frac{\partial u}{\partial y}, \quad V_z = \frac{\partial u}{\partial z} \rightarrow U(r) \text{ Potential}$$

45 für  $\underline{V}(r)$

$Vdr = (\text{grad } U) dr = dU$

somit

50 
$$Vdr = dU = U(b) - U(a), \quad \text{wenn } a = a(r_0) \text{ und } b = b(r)$$
  
 $a \rightarrow b \quad a \rightarrow b$

55 
$$\text{dann } U(r) - U(r_0) = \int_{r_0}^r V dr \rightarrow U(r) = U(r_0) + \int_{r_0}^r V dr$$

60 Vereinfacht für geradlinig:

65 
$$U(x, y, z) = [U(x_0, y_0, z_0) + V_x(x, y_0, z_0) dy + V_y(x, y, z_0) dy + V_z(x, y, z) dz] * (-1)$$

Die Flächenspannung wird in diesem Fall in N/m angegeben.

Entlang der Formnestbeschichtung findet also nur eine zweidimensionale Flächenspannung ihre Akzeptanz.

So wirkt das  $U(x, y, z)$  E-Potential (Volt) als Antriebsmotor für die Flächenspannung zwischen Formnestbeschichtung und Polyurethananteil (ca. 0,03 N/m), wie z. B. zwischen Quecksilber und Öl, wodurch dieser Wert eine definierte Trennung existenzialisiert. In diesem Falle steht das Quecksilber für die Formenbeschichtung und das Öl für das Polyurethansystem. Die elektrophysikalischen Parameter sind somit gut vergleichbar.

Somit gilt

$$e = \frac{U(x, y, z) * P}{V(x, y, z)} = \frac{E_{\max} * P}{V} \rightarrow E_{\max} = \frac{e * V}{P}$$

Erklärung:

e: Flächenspannung (N/m)

$U(x, y, z)$ : E-Potential – hier  $E_{\max}$  Volt oder  $\text{kg} \cdot \text{qm/A} \cdot \text{sec}^3$

p: Elektrisches Dipolmoment [ $\text{m} \cdot \text{A} \cdot \text{sec}$ ]

$V(x, y, z)$ : Volumen des durch die Beschichtung umschlossenen Raums ( $\text{m}^3$ )

Für P wird Dielektrikum eingesetzt

Werte für P:

- A: max 30 [ $\mu\text{A}$ ] (bei den Schäumversuchen ermittelter und erprobter Micro-Ampère Parameter-Wert)
- m: ca. 0,5 [ $\text{m}$ ]
- sec: ca. 5–30 [ $\text{sec}$ ]

Die Wirkung der Flächenspannung wird in Fig. 5 dargestellt. Dort ist eine jeweils gleiche Prüfflüssigkeit 10, z. B. Öl auf einer erfindungsgemäßen Beschichtung 8 mit unterschiedlichem E-Potential, nämlich bei a.)  $E_{\max}$ , b.)  $E_1$  und c.)  $E_{\min}$  dargestellt. Gut zu erkennen ist hierbei die Tropfenbildung bei  $E_{\max}$ , die mit abnehmendem E-Potential ebenfalls abnimmt.

Die Möglichkeiten, das E-Potential neu anzuregen, werden im folgenden beschrieben.

Die erste Möglichkeit besteht darin, die Galvanoschicht abzubeizen und anschließend neu zu galvanisieren, was jedoch mit einem sehr hohen Aufwand verbunden ist. Ziel ist  $E_{\max}$  wiederherzustellen.

Als zweite Möglichkeit kann die Galvanoschicht mechanisch mit einer Rotationsscheibe und Gleitmittel gerieben werden, wobei beispielsweise eine Rotationsscheibe aus Textil oder Fell verwendet wird (durch kinetische Energie wird  $E_1$ -Potential auf  $E_{\max}$  aufgebaut). Die Häufigkeit der Reibung hängt von der Stärke des oben beschriebenen Energieabbaues ab. Diese Möglichkeit erfordert zwar nur einen geringen Materialaufwand, ist jedoch schlecht automatisierbar und erfordert somit Personal.

Als dritte Möglichkeit bietet es sich an, die Oberfläche des Formwerkzeuges mittels ionisierten Gasen oder Gasgemischen, insbesondere ionisierter Luft wiederanzuregen. Ionisierte Luft kann in einer Hochspannungsanlage erzeugt werden, wobei Luft beispielsweise in einer 50 kV Hochspannungsanlage beim Durchströmen positiv aufgeladen und auf ca. 30 bis 90°C erwärmt wird. Die so aufbereitete Luft wird mit ca. 4 bis 6 bar vor dem Einschäumen in das Formwerkzeug bzw. auf dessen Oberfläche aufgebracht. Um den Potentialaufbau im Formnest zu erleichtern, kann die Luft mit einem ca. 3 %igen Dielektrikum (z. B. auf pflanzlicher Basis, wie Paraffinöl oder Rizinusöl oder aber Silikonöl) angereichert werden. Diese Vorgehensweise ist vollständig und leicht automatisierbar, bringt einen geringen Energieverbrauch mit sich und führt zu einer leichten Teilentnahme. Nachteilig ist lediglich, daß ein Einbau in die Schäumenanlage erforderlich ist.

$$E_{\text{Anlage}} \geq E_{\text{Verlust}}$$

Das ionisierte Gas, bzw. hier die ionisierte Luft werden je nach Formgröße während ca. 3 bis 30 Sekunden in das Werkzeug eingeblasen, was etwa nach jedem dritten Schuß erfolgen muß.

Als vierte Möglichkeit bietet es sich an, das Dielektrikum direkt in die A-Komponente des Schaumsystems, z. B. in die A-Komponente eines Polyurethansystems als Rezepturbestandteil einzumischen. Durch die auf maximal 8% beschränkte Beimischung wird der Energieabbau durch den verhinderten Ladungsaustausch zwischen Formwerkzeug und Schaumteilfläche vermindert bzw. abgebrochen und Ez erhöht. Für einen störungsfreien Betrieb muß der Ladungsaustausch zu 90 bis 95% verhindert werden. Die Anwendung ist sehr leicht, jedoch vermindern niedrige pH-Werte und hohe Wasseranteile in den Schaumsystemen den Wirkungsgrad der Dielektrikamittel. Die physikalischen Werte des Formschäumteils können verschlechtert werden.

Durch die sehr dichte Kristallstruktur der Beschichtung und die Anregung der Oberfläche des Formwerkzeuges werden ein Eindringen der Schaumstoffkomponenten in die Oberfläche des Formwerkzeuges und eine dort stattfindende Vernetzung wirksam verhindert. Die Entnahme der Formschaumteile ist dadurch unproblematisch. Die reagierenden PU-Moleküle rutschen über die "Mikro-Riefen" der Kristallstruktur der Beschichtungsoberfläche.

Die vorstehende Erfindung eignet sich besonders zur Verwendung bei der Herstellung von Polyurethan-Formschaumteilen mit allen bisher bekannten Schaumsystemen wie RIM-, Integral-, Weich- oder Hartschaumteilen. Überall dort wo eingesetzte reagierende Medien sich mit einer Berührungsoberfläche homogen verbinden wollen (z. B. Spanplatten-Herstellung usw.) kann die Erfindung ebenfalls eingesetzt werden.

1. Verfahren zum Herstellen eines Formschaumteils in einem Formwerkzeug, wobei ein Formwerkzeug verwendet wird, dessen formgebende Oberflächen mit einer Antihaftbeschichtung in Form einer Galvanoschicht versehen sind, mit den folgenden Verfahrensschritten:
  - ein Strom eines ionisierten Gases oder Gasgemisches wird erzeugt und in das Formwerkzeug eingeblasen;
  - der zum Formschaumteil führende Reaktionsprozeß wird in dem Formwerkzeug durchgeführt;
  - das fertige Formschaumteil wird entnommen.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als ionisiertes Gasgemisch positiv aufgeladene Luft von ca. 30 bis 90°C verwendet wird, die mit ca. 4 bis 6 bar in das Formwerkzeug eingeblasen wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erleichterung des Ladungsaustausches das Gas bzw. das Gasgemisch mit einem Dielektrikum angereichert wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erleichterung des Ladungsaustausches die Komponenten für die Formschaumteilbildung mit einem Dielektrikum angereichert werden.
5. Vorrichtung zum Schäumen von Formschaumteilen in einem zu öffnenden und zu schließenden Formwerkzeug, wobei die formgebenden Oberflächen des Formwerkzeuges mit einer Antihaftbeschichtung in Form einer Galvanoschicht auf Chrombasis versehen sind, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Galvanoschicht eine Grundschrift, eine Tragschicht und eine Lastschicht als passivierte Abschlußschicht aufweist und daß Mittel zum Erzeugen eines Stromes eines ionisierten Gases oder Gasgemisches und Mittel zum Einblasen des Gases oder Gasgemisches in das Formwerkzeug vorgesehen sind.
6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Galvanoschicht aus Chrom VI mit Spuren von Chrom III, Ferrit und Zink besteht.
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Galvanoschicht zwischen 40 µm und 0,1 mm beträgt.
8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Galvanoschicht auf eine chemische Übergangsschicht aus Nickel mit einem Kupferanteil von 1 bis 15% aufgebracht ist.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der chemischen Übergangsschicht zwischen 35 und 55 µm beträgt.
10. Verfahren zum Herstellen eines Formwerkzeuges für eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 5 bis 9, dessen formgebende Oberflächen mit einer Antihaftbeschichtung in Form einer Galvanoschicht auf Chrombasis versehen sind, zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:
  - Reinigen und Glätten der Oberfläche des Formwerkzeuges,
  - Abdecken der nicht zu beschichtenden Korpusstellen mit Speziallack;
  - Aufbringen einer Galvanoschicht aus Chrom VI mit Spuren von Chrom III, Ferrit und Zink im Tauchbad, wobei
    - zunächst eine mit schwacher Stromdichte aufgenebene Grundschrift aufgebracht wird,
    - dann eine mit stärkerer Stromdichte als bei der Grundschrift aufgewirbelte Tragschicht aufgebracht wird, wobei die Geschwindigkeit der Auskristallisation durch ein schnelleres Verfahren der Anode kontrolliert wird,
    - und schließlich eine Lastschicht als passivierte Abschlußschicht durch +/- Umpolungen und Stromdichtenverminderung aufgebracht wird;
  - gegebenenfalls Überschleifen zum Entfernen von Restkristallen.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Aufbringen der Galvanoschicht eine chemische Übergangsschicht aus Nickel mit 1 bis 15% Kupferanteil im Tauchbad aufgebracht wird.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Formwerkzeugen aus Kunststoff zunächst eine elektrisch leitende Trägerschicht aufgebracht wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

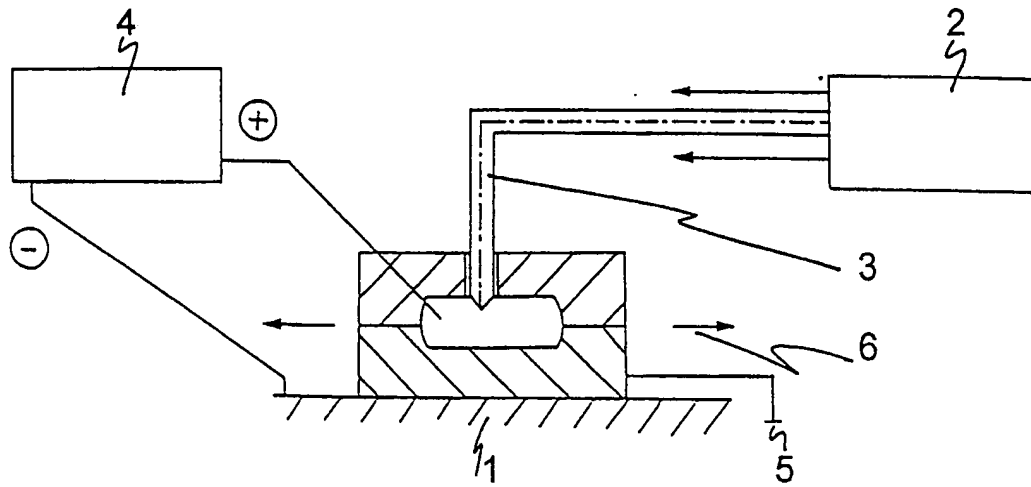


Fig. 2

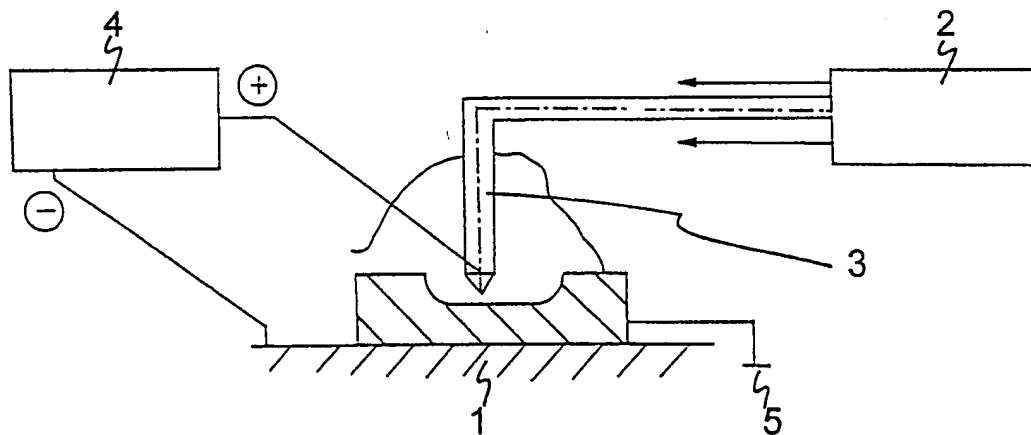


Fig. 3

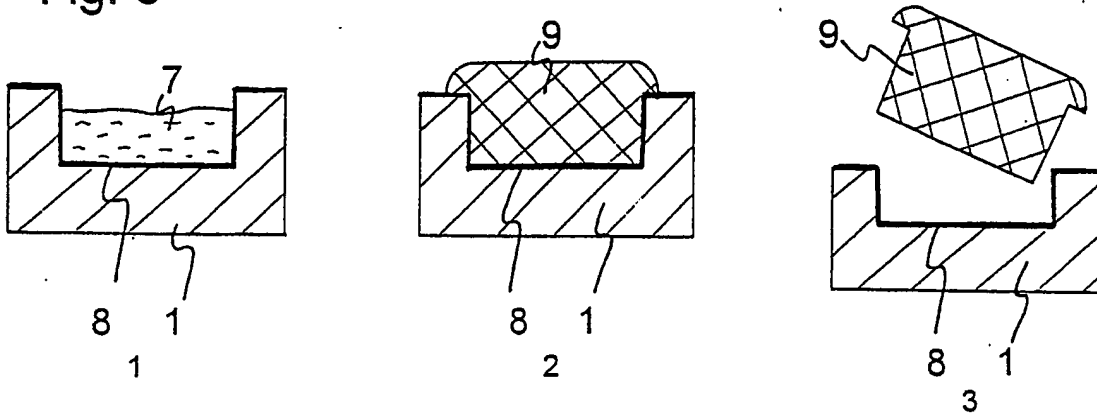


Fig. 4

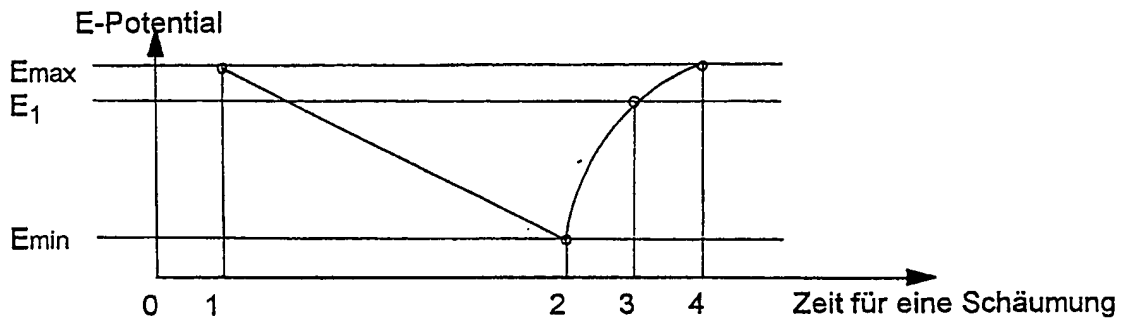
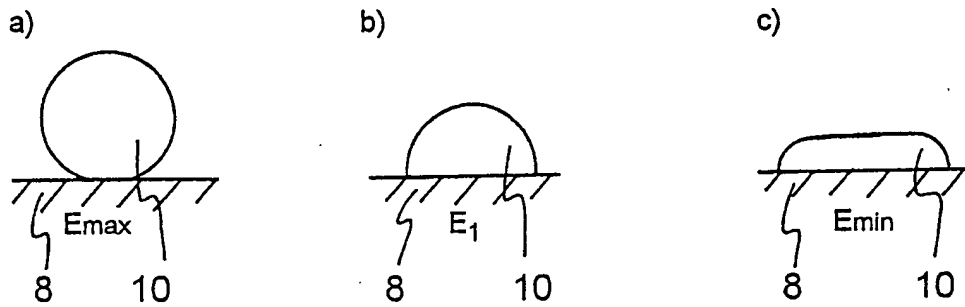


Fig. 5









## Vorrichtung zum Herstellen von Formschaumteilen, Verfahren zum Herstellen eines Formwerkzeuges und Verfahren zum Herstellen eines Formschaumteils

**Patent number:** DE19713566  
**Publication date:** 1998-10-08  
**Inventor:** UNGEHEUER HEINZ-GUENTER (DE); HENNEL PAUL (DE)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B29C44/02; B29C67/20; C08J9/00; C08J9/16; C08L75/04  
- **europaean:** B29C33/56; C25D7/00  
**Application number:** DE19971013566 19970402  
**Priority number(s):** DE19971013566 19970402

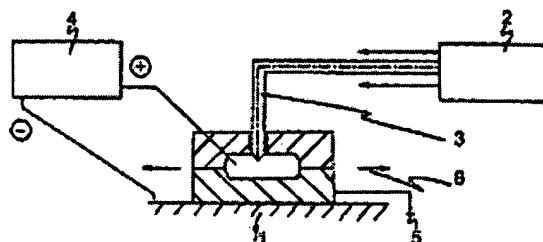
**Also published as:**

 WO9844171 (A1)  
 EP0973960 (A1)  
 CA2285303 (A1)  
 EP0973960 (B1)

**Report a data error here**

**Abstract of DE19713566**

The invention relates to a device for foaming foamed shaped parts in a form tool which can be opened and closed. Said tool is provided with a non-stick coating. The invention also relates to a method for the production of a form tool with a non-stick coating. Lastly, the invention relates to a method for producing a foamed shaped part. Foamed shaped parts stick to the form tools in which they are produced thereby making it difficult or even impossible to remove said parts therefrom. The invention provides a solution to this problem by creating a dense crystal-structure surface coating for said form tools. The molecules of the foaming systems are also excited by ionized air along the surfaces of said tools in such a way that the molecules cannot penetrate the crystal-structure coating. Molecular excitation of the foaming systems along the coating in the mold cavity occurs by means of a flat voltage potential which in turn obtains its impulsivity from the positive charged ionized gas that is blown in.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide